

Über die Respiration von Wasserpflanzen.

Von **Joseph Boehm.**

In Folge der Ergebnisse meiner Versuche über die Respiration von Landpflanzen in atmosphärischer Luft und in sauerstofffreien Medien¹ lag es auch nahe zu untersuchen, wie sich unter gleichen Verhältnissen wohl die Wasserpflanzen verhalten würden. Die Resultate einiger Vorversuche im Sommer 1872 liessen ein sehr abweichendes Verhalten vermuthen.

Schon die ersten Resultate² einer eingehenden Untersuchung, welche ich mir während der fast dreimonatlichen

¹ Sitzungsab. d. kais. Akad. d. W. in Wien. 63 Bd., 1. Abthlg. pag. 219. 1873.

² Die in dieser und in der folgenden Abhandlung beschriebenen Versuche wurden ganz in derselben Weise gemacht wie die Versuche über die Respiration von Landpflanzen. Die Versuchs-Objecte wurden in die je nach Umständen mit kaltem oder heissem Wasser gefüllten Absorptionsröhren eingeschoben, unter Wasserabschluss mit Wasserstoff gefüllt, in die Quecksilberwannen übertragen und durch Neigung der Röhren ein Theil des Gases durch Quecksilber ersetzt. Mittelst eines Platindrahtes wurden dann die Pflanzen in die geeignete Lage gebracht. Die Ablesung erfolgte durchschnittlich nach Ablauf einer Stunde nach der Einstellung der Röhren. Wie ich mich durch Einführung einer Phosphorkugel überzeugte, war nach dieser Zeit der Sauerstoff, welcher aus dem Wasser in das aus Zink und Schwefelsäure entwickelte Wasserstoffgas diffundirte, bei einer Temperatur von circa 20° C. vollständig verschwunden. In den meisten Fällen wurden dann die Absorptionsröhren mittelst passender Glasnäpfchen aus den Quecksilberwannen gehoben, um an bestimmten Orten aufgestellt zu werden. Zur Verhinderung des Eintrittes von Luft an den Seiten der Röhrenwände während der Versuchsdauer wurden die kleinen Glaseylinder mit Wasser bedeckt. Ich operirte gleichzeitig fast immer mit 12 Absorptionsröhren.

Feren im Weltausstellungsjahre 1873 durchzuführen vorge-
 nommen hatte, entkräfteten allerdings manche „interessante-
 Hypothese; es zeigten sich übrigens von der Respiration der
 Landpflanzen immerhin sehr bedeutende graduelle Verschieden-
 heiten, die zu weiteren diesbezüglichen Studien dringend ein-
 luden. Im Verlaufe der Arbeit trat jedoch eine Erscheinung auf,
 welche bald mein ganzes Interesse in Anspruch nahm und die
 ursprünglich gestellte Frage in den Hintergrund drängte.

In meiner Abhandlung „Über die Respiration der Land-
 pflanzen“ habe ich bekanntlich nachgewiesen, dass Landpflanzen
 in einer irrespirablen, aber sonst indifferenten Atmosphäre nicht
 sofort ersticken, sondern dass dieselben sich die für die weiteren
 Lebensprocesse nöthigen Kräfte durch eine eigenthümliche Ver-
 brennung eines Theiles ihres Leibes (Zerfall von Zucker in
 Kohlensäure und Alkohol), welche früher schon von Adolf Mayer
 bei der Bierhefe mit „innerer Verbrennung, innerer Athmung“
 bezeichnet wurde, verschaffen.

Die Menge des von Landpflanzen sowohl bei gewöhnlicher
 Respiration verbrauchten Sauerstoffes als die der bei innerer
 Athmung gebildeten Kohlensäure ist eine ziemlich bedeutende.
 Ein Fiederblättchen von *Juglans regia* von einem durchschnitt-
 lichen Volumen von 1.83 CC. bildete im Mittel von 10 Versuchen
 nach siebenständiger Versuchsdauer im Dunkeln bei einer
 Temperatur von 19 bis 32.5° C. in atmosphärischer Luft
 3.62 CC. Kohlensäure (l. e. Tab. 16 u. 17). Bei Versuchen in
 Wasserstoff im Dunkeln wurden von einem Durchschnittsblatte
 von 1.58 CC. Volumen bei gleicher Versuchsdauer und einer
 Temperatur von 21 bis 29.4° C. ebenfalls im Mittel von 10 Ver-
 suchen 3.21 CC. Kohlensäure erzeugt (l. e. Tac. 2 u. 3)¹.

Ich war nun anfangs sehr überrascht zu sehen, dass bei
 gleichartigen Versuchen mit Wasserpflanzen in Wasserstoffgas

¹ Obwohl die Menge der Kohlensäure, welche von Juglansblättern in
 atmosphärischer Luft und in völlig sauerstofffreiem Wasserstoffe unter
 sonst gleichen Verhältnissen gebildet wird, fast dieselbe ist, sind Grösse
 und Nutzeffect der hierbei ausgelösten Kräfte natürlich sehr verschieden.

und bei Lichtabschluss¹ eine relativ viel geringere Volumsvergrößerung erfolgte².

Bei der grossen Analogie des vegetabilischen und animalischen Respirationprocesses kann diese Erscheinung auf die Dauer nicht befremden, ja sie konnte bei einiger Überlegung vielleicht sogar schon a priori gefolgert werden. So wie der Stoffwechsel bei allen Kiemenathmern unvergleichlich langsamer erfolgt als bei den warmblütigen Thieren, so ist auch die innere Verbrennung bei den Hydrophyten bedeutend weniger energisch als bei den Landpflanzen. Bei *Cladophora* betrug die Volumsver-

¹ Bei gleichzeitigen Versuchen mit gesunden Pflanzen im vollen Tageslichte blieb das Gasvolumen ganz oder nahezu ganz unverändert. Eine eingeführte Phosphorkugel begann alsbald zu rauchen, zum Beweise, dass sich um die Pflanzen eine sauerstoffhaltige Atmosphäre gebildet hatte. Über die Sauerstoffquelle kann wohl nicht der geringste Zweifel bestehen: Die Pflanze zerlegt die zuvor in Folge innerer Verbrennung gebildete Kohlensäure. Der allfällige Einwand, dass dieser Sauerstoff von zerlegtem Wasser stamme, widerlegt sich gründlich dadurch, dass die Pflanzen in ausgekochtem Wasser dem Lichte exponirt früher absterben als in sauerstofffreiem Wasserstoffe. Ich halte überhaupt die vielseitig verfochtene aber durch nichts begründete Hypothese, dass die Pflanzen (wenigstens die grünen) das Wasser ebenso zerlegen können wie die Kohlensäure, für ganz irrig.

² Für einen diesbezüglichen Vergleich wäre es freilich nothwendig dass nur die Leistungen nicht bloß gleich grosser, sondern in ihrer Weise auch möglichst gleichartiger Mengen von Land- und Wasserpflanzen in Betracht gezogen würden, eine Forderung, der nicht leicht völlig entsprochen werden kann. — Bei meinen Versuchen über die Respiration von Landpflanzen habe ich das Volumen der verwendeten Blätter durch Eintauchen derselben in ein kalibriertes Messrohr bestimmt; das Steigen der Wassersäule gab die gesuchte Zahl. Bei Wasserpflanzen, zumal Algen, ist diese Volumbestimmung viel unzuverlässiger. Um möglichst viel adhären- des Wasser ohne merkliche Schädigung der Pflanzen zu entfernen, hing ich dieselben kurz vor dem Einführen in das Messrohr auf einen glatten horizontalen Holzstab. — Bei allen Versuchen verwendete ich je 3 CC. der- artig vorbereiteter, möglichst frischer Pflanzen, welche in offenen Wasser- gefässen von ihren Standorten ins Laboratorium gebracht wurden. — *Clado- phora fracta* und *Oedogonium tumidulum* — unmittelbar vor dem Versuche aus Bassin des botanischen Gartens. Man sollte nun wohl glauben, dass 3 CC. nasser Wasserpflanzen einem um die Hälfte kleineren Volumen von Wallnussblatt in respiratorischer Beziehung dem Quantum nach mindestens gleichwerthig seien.

grösserung bloss den vierten und bei *Oedogonium* gar nur den sechsten Theil von jener Kohlensäure-Menge, welche von einem dem Rauminhalte nach eher kleineren als grösseren Wallnussblatte unter gleichartigen Bedingungen erzeugt wurde. Diese gefundenen Differenzen sind den factischen gegenüber wahrscheinlich noch viel zu gering; meine Zahlen machen aber auch aus mancherlei, theilweise schon erwähnten Gründen keinen Anspruch auf grössere Genauigkeit.

Zu den Schwierigkeiten bei der Wahl der Objecte für vergleichende Untersuchungen kommt nämlich noch der Umstand, dass die Pflanzen, wenigstens theilweise, schon nach relativ kurzer Versuchsdauer absterben und in Folge verschiedenartiger Gährungsprocesse, die sie nun erleiden, Gase entbinden oder absorbiren, wodurch die erhaltenen Resultate, wie ein Blick auf Tabelle I dieser und der folgenden Abhandlung lehrt, natürlich ganz illusorisch werden.

Noch weniger brauchbare Zahlen für den Vergleich über die Intensität der Respiration von Land- und Wasserpflanzen als Versuche in Wasserstoffgas lieferten solche mit *Oedogonium* in atmosphärischer Luft. (Tabelle II.) In allen 12 Fällen erfolgte während der $7\frac{1}{2}$ bis 8stündigen Versuchsdauer eine auffallende Verminderung des Gasvolumens — eine Erscheinung, welche in der nächsten Abhandlung näher besprochen werden soll. Zu künftigen Versuchen über die Respiration müssen weniger zarte Pflanzen gewählt werden.

Den echten Wasserpflanzen in respiratorischer Beziehung nahe zu stehen scheinen jene Sumpfpflanzen, welche unter Umständen auch ganz unter Wasser leben können¹. Meine Versuche mit *Berula angustifolia* sind aber viel zu wenig zahlreich

¹ Dass sich gewisse Landpflanzen dem Vegetiren unter Wasser bisweilen selbst unter theilweiser Aenderung ihres anatomischen Baues accomodiren können, ist bekannt. Durch den Versuch kann man sich von einer solchen Anpassung leicht bei 3 bis 4 Tage alten Kresspflänzchen überzeugen. Bringt man dieselben nämlich unter Wasser, so leben und wachsen sie bis zur Aufzehrung aller Reservenahrung und ergrünen im Lichte intensiv. In ausgekochtem Wasser oder in grösserer Menge mit nicht viel gewöhnlichem Wasser luftfrei in ein Gefäss eingeschlossen, gehen sie alsbald zu Grunde.

und die Volumsbestimmung viel zu ungenau, um nur einigermaßen berechnete Schlüsse daraus ziehen zu können. Über die hierbei und bei Versuchen mit *Chara*, *Fontinalis*, *Potamogeton* und *Ranunculus aquatilis* erhaltenen Resultate gibt die Tabelle I Aufschluss.

Wie mangelhaft meine bisherigen diesbezüglichen Versuche und Resultate ¹ auch sind, so ergibt sich aus denselben doch mit zweifelloser Sicherheit:

1. Dass die Menge des bei der Respiration von Wasserpflanzen in atmosphärischer Luft verbrauchten Sauerstoffes eine viel geringere ist als unter sonst gleichen Verhältnissen bei Landpflanzen. (Tabelle II.)

2. Dass in gleicher Weise von Wasserpflanzen in einer völlig sauerstofffreien aber sonst indifferenten Atmosphäre in Folge innerer Athmung wohl Kohlensäure gebildet wird, aber viel weniger als unter sonst gleichen Verhältnissen bei Landpflanzen. (Tabelle I.)

Es verhalten sich also bezüglich der Intensität der Respiration die Wasserpflanzen zu den Landpflanzen in ähmlicher Weise wie die Kiemenathmer zu den warmblütigen Thieren.

¹ Eine vorläufige Mittheilung derselben schien mir insbesondere deshalb wünschenswerth, weil sie die erste empirische Veranlassung und Grundlage zu der folgenden Abhandlung gebildet haben.

Tabelle I.

Oedogonium tumidulum.

In Wasserstoffgass im Dunkeln.

Versuchszeit, Versuchsdauer und Temperatur	Behandlung der Versuchspflanzen	Versuchsnummer	Volumänderung in CC.	Gefundene Kohlensäure in CC.	Verschwundener (-) oder gebildeter (?) (+) Wasserstoff
17. Juli 8½ Stunden 30° C.	frisch	1.	+ 0.792	1.272	- 0.480
		2.	+ 0.794	1.069	- 0.275
		3.	+ 0.873	1.576	- 0.703
		4.	+ 0.744	1.368	- 0.624
19. bis 20. Juli, 22 Stunden, 24 bis 29° C.	frisch	5.	+ 1.226	2.241	- 1.015
		6.	+ 1.617	3.037	- 1.420
		7.	+ 1.072	3.524	- 2.452
22. bis 23. Juli, 25 Stunden, 24 bis 31° C.	frisch	8.	+ 0.427	1.753	- 1.326
		9.	+ 0.863	1.646	- 0.783
		10.	- 1.736	1.992	- 3.728
	getrocknet, kalt aufgeweicht	11.	- 0.864	0.665	- 1.529
		12.	- 1.042	0.744	- 1.786
		13.	- 1.737	0.808	- 2.545
24. bis 26. Juli, 25 Stunden, 23 bis 32° C.	getrocknet, gekocht, kalt eingefüllt	14.	+ 0.820	1.731	- 0.911
		15.	+ 0.937	1.629	- 0.692
		16.	+ 1.545	2.384	- 0.839
	getrocknet, gekocht, heiss eingefüllt	17.	+ 0.878	0.518	+ 0.360
		18.	+ 0.924	0.855	+ 0.069
		19.	+ 0.841	0.970	- 0.129
27. bis 30. Juli, 80 Stunden, 23 bis 36° C.	frisch	20.	In drei Absorptionsröhren wurde der Wasserstoff (29—31 CC.) vollständig absorbiert; der kleine nicht absorbierte Gasrest bestand aus Stickstoff und einer quantitativ nicht bestimmten Spur von Kohlensäure ¹		

¹ Bei einer Temperatur von 17° C. (im Keller) war von einer annähernd gleichen Algenmenge in derselben Zeit (ebenfalls in 3 Röhren) kaum die Hälfte Wasserstoff absorbiert.

Versuchspflanze	Versuchszeit und Temperatur	Versuchsnummer	Volumvergrößerungen in CC.	Gefundene Kohlensäure in CC.	Überschuss in CC.
<i>Vaucheria spec.</i> ¹	16. August 8 Stunden 25 bis 26° C.	16.	0.940	1.284	0.344
		17.	1.374	1.723	0.349
		18.	1.406	1.689	0.283
<i>Fontinalis antipyretica</i>	16. August 8 Stunden 25 bis 26° C.	19.	0.418	0.652	0.234
		20.	0.775	1.141	0.366
		21.	0.942	1.380	0.438
<i>Potamogeton pusillus</i>	17. August 8½ Stunden 25 bis 27° C.	22.	1.884	2.125	0.251
		23.	1.637	1.941	0.304
		24.	2.075	2.752	0.677
<i>Ranunculus aquatilis</i>	17. August 8½ Stunden 25 bis 27° C.	25.	1.113	1.524	0.411
		26.	0.942	1.172	0.230
		27.	1.461	1.939	0.478
<i>Berula angustifolia</i>	1. September 8¼ Stunden 24 bis 26° C.	28.	1.266	1.673	0.407
		29.	1.843	2.218	0.375
		30.	2.147	2.471	0.324

¹ Eine sehr grossschlauchige Art; gesammelt neben *Fontinalis antipyretica* in einem Mühlbache bei Moosbrunn.

Tabelle II.

Versuche mit *Oetogonium tumidulum* in atmosphärischer Luft im Dunkeln.

Die Versuchsdauer variierte von 7½ bis 8 Stunden.

Versuchszeit und Temperatur	Versuchsnummer	Verwendete Luftmenge in CC.	Darin enthaltenen Sauerstoff in CC.	Contraction während des Versuches in CC.	Gefundene Kohlensäure in Pet.	Gefundener Sauerstoff in Pet.	Summe der Kohlensäure und des Sauerstoffes in CC.	Summe der Contraction des Sauerstoffes und der Kohlensäure
6. August 17° C. In einem Keller	31.	31.30	6.560	0.649	4.688	13.590	5.722	6.371
	32.	32.77	6.868	0.864	5.753	12.970	6.135	6.999
	33.	35.64	7.469	0.928	4.340	14.168	6.238	7.166
	34.	31.75	6.656	0.454	4.839	14.910	6.288	6.712
	35.	33.57	7.037	0.336	5.378	13.892	6.500	7.436
8. August 22.5° C. Im Gaszimmer	36.	36.37	7.623	0.931	6.354	12.921	6.789	7.559
	37.	32.28	6.876	0.320	6.840	12.153	6.569	6.880
	38.	30.53	6.398	0.816	5.820	12.058	5.460	6.276
	39.	33.94	7.115	1.391	8.256	7.775	5.412	6.833
20. August 25 bis 27° C. In einem südseitigen Zimmer	40.	34.89	7.314	0.522	5.941	13.730	6.761	7.283
	41.	34.06	7.141	1.811	6.473	8.711	5.168	6.979
	42.	36.73	7.700	0.917	6.436	11.850	6.716	7.663

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften mathematisch-naturwissenschaftliche Klasse](#)

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: [71](#)

Autor(en)/Author(s): Boehm Josef

Artikel/Article: [Über die Respiration von Wasserpflanzen. 694-701](#)